

# Deterioro, Riesgo y Oportunidad en el Estudio de Acueductos del Virreinato del Siglo XVI.

Emmanuel de Jesús Martínez Pelcastre <sup>a, 1</sup>

<sup>a</sup> Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Instituto Politécnico Nacional - IPN, Av. Fuente de los Leones No. 28. Col. Lomas de Tecamachalco, C.P. 53950 Naucalpan de Juárez, México.

## Resumen

El presente trabajo es un fragmento de la investigación de las técnicas constructivas en la fábrica de acueductos de influencia europea, de cómo fueron concebidos por la mezcla entre la cultura indígena y la cultura europea así como los aportes de cada una de ellas en los sistemas hidráulicos edificados en el siglo XVI durante el virreinato en el actual estado de Hidalgo, del cual se obtuvo como resultado parte de la evangelización local, desarrollo urbano regional, desarrollo económico y producción agrícola en las haciendas. Enfocado el actual fragmento en los riesgos detectados en los sitios donde se encuentran los acueductos, resaltan el fenómeno de la destrucción progresiva por parte de los pobladores aledaños así como el abandono de las autoridades y el desconocimiento acerca de una correcta actuación sobre los monumentos siendo todo empeorado por la meteorización de elementos expuestos por su ubicación así como algunos fenómenos naturales que ponen en riesgo la integridad de los acueductos. En conclusión, la forma óptima de conservación es la empatía con los monumentos, comprensión de su importancia por parte de los pobladores y un registro periódico de su estado físico.

*Palabras Clave:* siglo XVI, sistemas hidráulicos, virreinato, monumento en riesgo.

## 1. Introducción

En México se ha dado grandes casos de conservación de los monumentos históricos siendo traducido en esfuerzos internacionales por ser reconocido el patrimonio como objeto pragmático que identifica al país en un panorama internacional siendo la tarea principal de la sociedad y el gobierno conservar dichos sitios no exentando los casos donde se ha dado mucha pérdida de patrimonio por descuidos, problemas políticos, sociales y económicos. El desconocimiento y la acciones por buena voluntad sin fundamentos juegan un papel importante en la conservación de la arquitectura y de elementos culturales tales como el caso de los sistemas hidráulicos.

La premisa de este trabajo es resaltar los riesgos y la vulnerabilidad observados actualmente en los sistemas hidráulicos específicamente acueductos erigidos en el siglo XVI en la época conocida como virreinato. Edificados con dedicación e influencia de dos culturas desconocidas entre sí en dicha época, los naturales habitantes del nuevo mundo en lo que es el actual estado de Hidalgo, y los españoles, los cuales por su parte, encomendaron a los frailes la evangelización siendo la dotación de agua una técnica evangelizadora.

Siendo fundamentado en el diseño europeo pero construido casi en su totalidad por los naturales de la región, los acueductos de nueva planta en América tienen rasgos únicos y notorios sobre todo porque está marcada la diferencia cultural de los actores en esta obra arquitectónica, el identificar y reconocer las partes que integran el sistema resaltando la atribución cultural en sus elementos sirve para tener un

sustento el cual pueda utilizarse para su conservación y valoración, en este caso específico es enfocado en el peligro real que tienen estas construcciones, exponiendo lo que se ha observado en algunos casos seleccionados sin esto demeritar los faltantes que aún están en investigación.

## 2. Materiales y Métodos

En el estudio de los acueductos, la investigación documental tiene un papel importante no obstante se ha encontrado como se ha perdido información así como el precario y erróneo registro de los sistemas hidráulicos ha empeorado la forma en la que son tratados, en base a esto los riesgos que corren son inminentes por lo que enfocara en recopilar datos históricos y analizar riesgos principalmente el método aplicado es documental con comparación cualitativa, esto es, se califica la condición en base a la comparación de elementos de similares características solo enfocado en valores previamente establecidos.

### 2.1 Caso de estudio y áreas de influencia.

Este estudio está fundamentado en el objeto arquitectónico y el inminente deterioro que se ha dado a través del tiempo, por ende, se puede pensar en una pregunta evidente, ¿qué es un acueducto? Existe la descripción por parte de la RAE19 y de Icaza Lomelí20 los cuales en pocas palabras definen a un acueducto como; la construcción ocupada para llevar agua de un lugar alejado a una población, por este motivo se deben de

<sup>1</sup> Autor en correspondencia.

Correo electrónico: [ejmp100@gmail.com](mailto:ejmp100@gmail.com) (Emmanuel de Jesús Martínez Pelcastre),

conocer los componentes arquitectónicos y su función en el sistema hidráulico lo cual será sustentado en libros y trabajos realizados por investigadores expertos en el tema.

Actopan, se ubica la parroquia y ex convento, un jagüey surtía de agua a la población de alimentado mediante un acueducto de cal y canto, recorría un trayecto de once mil varas para aprovechar agua de un manantial situado en la falda del cerro "Los Frailes". (Gerhard, 1986)

Tepeapulco, acueducto de 23 km, obra de los Franciscanos hacia el año 1541, de cal y canto.

Dotada de agua del poblado Alcantarillas, manantiales de Apan. (Monterrubio, 1998)

Zempoala/Tepeyahualco/Otumba (Edo. Mex.) Fray Francisco Tembleque, en 1554 dio inicio la obra, desde el cerro de Tecajete por una atarjea de cal y canto, se realizaron 4 arquerías, la más importante atraviesa la barranca de Tepeyahualco. (Peña Santana, 1989)

Extra: Presa de San Blas de Hidalgo, municipio de Rincón de Romos, Aguascalientes, del siglo XVII, afectada en 2015 por huracán Patricia, tomado como ejemplo de deterioro.



Figura 1. Dibujo del estado de Hidalgo, con los municipios donde se ubican los acueductos marcados con un punto, así como sus respectivos nombres. Propio.

## 2.2 Planteamiento del problema.

Al querer abordar los diversos riesgos que corre los sistemas hidráulicos el enfoque cualitativo es fundamental para estudiar los casos seleccionados, entender y exponer el tema es parte importante de la conservación evitando empeorar el deterioro que sufren por diversos factores sociales y climáticos.

19 Real Academia Española. (2014) 23a ed. Lo define como Acueducto; Del lat. aquaeductus, de aquae 'de agua' y ductus 'conducción'; m. Conducto de agua formado por canales y caños subterráneos, o por arcos levantados.

20 Icaza Lomelí, (1990) tesis, lo define como Los acueductos son soluciones arquitectónicas que van a servir para la conducción de agua, entre los lugares donde se dispone del líquido y los sitios donde se consume. La palabra náhuatl para designarlos es auchpanco. (Icaza, 1990).

El hecho detectado es la invasión y modificación del contexto que lo rodea por manchas urbanas de asentamientos irregulares, descuido y riesgo en medio de zonas inaccesibles que los mantiene sitiados, desprotegidos y olvidados dando como resultado la meteorización<sup>21</sup> de las arquerías y mal uso. Todo esto daña al sistema hidráulico el cual se ve amenazado,

planteando el problema que sin tener un registro arquitectónico e histórico propicia la pérdida del patrimonio y el legado de dos culturas que para un bien común lo edificaron.

### 2.2.1 Objetivo

Al conocer el deterioro en elementos arquitectónicos de acueductos ayudara a describir los daños y comprender las causas de estos al igual identificar los actores responsables en los casos de estudios en el estado de Hidalgo.

### 2.2.2 Pregunta de investigación.

Como pregunta se ha planteado desde una sola perspectiva de la cual derivan las siguientes: ¿el clima y la población son los únicos causantes del deterioro en los acueductos? ¿la indiferencia de la población y la falta de capacitación de autoridades ponen en riesgo los acueductos y su legado?

### 2.2.3 Justificación

Este trabajo expone una parte de todos los deterioros que tienen los acueductos, documentar los riesgos destaca el estado en el que se encuentran siendo un primer paso para demostrar el interés en ellos y tener un mejor plan de conservación.

### 2.2.4 Hipótesis.

Teniendo como hipótesis: Los acueductos que presentan Meteorización y daños causados por la población, corren el riesgo de perderse por la falta de registro y la incompetencia de la autoridad responsable.

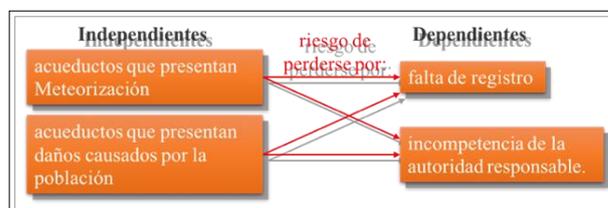


Figura 2. Esquema de relación de riesgo multivariada, indica la relación de las variables independientes y la dependientes en un contexto de relación de riesgo. Propio.

21 Meteorización. f. Geol. Fragmentación o degradación parcial o total de las rocas y los minerales en contacto con la atmósfera, la hidrosfera o la biosfera. (RAE, 2014)

## 2.3 Planteamiento teórico.

Enmarcando lo expresado, se justifica la conservación en la postura teórica de autores como Ambrogio Annoni el cual afirma, que más allá de un elemento estructural con su entorno el valor artístico conjugándose con el histórico mantiene la identidad. Le-Duc, afirma que la restauración debe llegar al estado original y proyectar más allá, es criticado por falsos históricos. En cambio, Ruskin tiene el problema de dejar el deterioro, según el este hablan de una generación "No tenemos el derecho de tocarlas, no nos pertenecen" en su postura, Las siete lámparas de la arquitectura, se enfoca en la estética de la arquitectura de una manera romántica casi bíblica, habla del



partir de febrero de 2018 se procede al contraste de la información con investigación de campo, dando el siguiente resultado el cual es preliminar ya que falta agregar algunos casos que son menos accesibles.

En Zempoala, se encuentra el ex convento, el cual alberga a su alrededor vestigios del acueducto, dentro en el patio central está un aljibe, en el exterior se encuentra una caja de agua que cuenTabla 4. Análisis fotográfico de Tepeapulco, descripción de riesgos, daños y deterioro

Cerca del cerro del Tecajete está ubicada los ojos de agua que dotan al sistema hidráulico, de hecho, estos ya fueron intervenidos en 2014 para ser propuestos a UNESCO y actualmente conservan un caudal y un nivel de agua para uso agrario.

En Tepeapulco se encuentra el surtidor y caja de agua denominada “la diosa del agua” la cual está en funcionamiento casi constante, la alberca se encuentra con agua estancada ya que el flujo no ha sido continuo por temporada de sequía, pero como elemento museográfico siempre la mantienen a un cierto nivel. El atractivo turístico, histórico y uso práctico se conjugan de forma que su existencia es de relevancia histórica, tiene arraigo con la gente la cual con aprecio hablan de ello. El pueblo cuenta además con un equipamiento urbano del siglo XVI dotado por Cortés en sus conquistas siendo su casa de descanso la menos conservada ya que por el estigma de la conquista fue invadida y destruida y actualmente se rescató un 10% donde se ubica la Secretaría de Turismo Municipal, el equipamiento que se conserva es la plaza de toros con un jagüey.

En Actopan se encuentra un jagüey de gran tamaño, sistema en desuso prueba de la apropiación que hace la gente al encontrar un espacio con algún tipo de potenciar ya sea económico o recreativo, este mismo sigue siendo parte del ex convento propiedad del INAH aunque se ha querido pasar a manos del municipio, esto no es posible por su catalogación, actualmente cuenta con una cancha deportiva en su interior y el acueducto está en desuso.

Complementando; en la muestra que se tomó en Hidalgo el deterioro aparente no es alarmante, por ende, se agrega un ejemplo de la pérdida y destrucción total del patrimonio. Es la Presa de San Blas de Hidalgo ubicada en Rincón de Romos en Aguascalientes donde existía un puente que libraba un claro no mayor a 20 metros, el cual contaba con un canal en su parte superior y fue afectado por huracán ya que se desbordó la presa y por acción del golpe de agua es derribado, actualmente no existe ningún plan de rescate, al igual no se tienen registros confiables, incluso la presa junto con sus partes fue catalogada y registrada de manera errónea.

## 2.8 Análisis de datos

Identificar los puntos dañados en los elementos arquitectónicos y realizar una descripción fundamentada en la inducción. De las muestras recabadas, se selecciona lo más

representativos categorizándola en conservado, dañado, intervenido o destruido. Esto ayudara a ubicar las fotos en la categoría en la que encajan, describir la situación y analizar su estado.

Tabla 1. Análisis fotográfico de Zempoala, descripción de riesgos, daños y deterioros.

Zempoala	Descripción	Estado
Fuente	Conservado	
	Es una fuente en el patio central del ex	Se encuentra entera, el aplanado de
Caja de agua	Intervenido	
	Esta es una caja de agua dotada por el	Tiene partes perforadas al parecer
Vertedero	Dañado	
	Este es un vertedero el cual es una toma de	Presenta daños en toda su estructura,

Tabla 2. Análisis fotográfico de Tepeyahualco, descripción de riesgos, daños y deterioros.

Tepeyahualco	Descripción	Estado
Arquería	Conservado	
	La arquería fue intervenida en 2014 como parte de la propuesta de patrimonio mundial, cuenta con 41 pilares al norte y 26 al sur dando un total de 69 arcos de medio punto, con más de 900m de Longitud y 38m de altura en el arco central, su	En varios puntos tiene faltantes y destrucción intencional, en la parte superior carente de cubierta de argamasa, tiene marcas

	construcción es de 1554 a 1571 (siglo XVI), es el	De vandalismo y el constante paso del ferrocarril no ha perjudicado aparentemente.
	Ubicada en la parte superior del acueducto, la mojonera es una estructura delimitadora la cual evita en lo que cabe, el paso de gente por la parte superior de la arquería ya que esto daña el apantle y puede representar un peligro para los que transiten en la parte más elevada por la acción del viento.	La meteorización se da sobre el elemento expuesto que carece de algún recubrimiento que evite su deterioro.

Tabla 3. Análisis fotográfico de ojos de agua, descripción de riesgos, daños y deterioros.

Ojos de agua	Descripción	Estado
Ojo de agua	Intervenido	
	Son de diversos tamaños los ojos de agua la cual brota del suelo, esa agua proviene del cerro del Tecajete, este funciona como cisterna natural y esta estructura ayuda a canalizarla por lo apantles hacia un conducto subterráneo	En general comentan que la transferencia tecnológica a través de la tradición de los maestros bruñidores hizo que la intervención fuera limpia y con excelentes resultados.

	que dota a todo el sistema hidráulico.
--	--

Tabla 4. Análisis fotográfico de Tepeapulco, descripción de riesgos, daños y deterioros.

Tepeapulco	Descripción	Estado
Caja de agua	Conservado	
	Esta es el conjunto conocido como la caja de agua de Tepayahualco, la cual fue construido aproximadamente 15 años antes que el acueducto del padre Tembleque, se considera su principal inspiración, le	La caja de agua tiene un nivel considerable pero no es apta para su uso, es mas museográfico hasta que fluya agua limpia, esta misma proviene del surtidor el cual esta
	Agregaron un sistema de lavaderos a mediados del siglo XIX los cuales han sufrido modificaciones, pero siguen en funcionamiento.	deteriorado en los aplanados, esta necesita mantenimiento para seguir dando servicio.

Tabla 5. Análisis fotográfico de Actopan, descripción de riesgos, daños y deterioros.

Jagüey (Actopan)	Descripción	Estado
Jagüey	Dañado	
	El jagüey ubicado en la parte posterior del convento de Actopan tiene una considerable extensión, del acueducto que dotaba agua ya no existen rastros, este fue ocupado para	Está totalmente cambiado el uso, siendo considerado como destrucción parcial. Aunque el perímetro esta conservado presenta
	Convertirlo en cancha deportiva. Las modificaciones que ha sufrido	deterioros por todos lados, tiene una rampa de mampostería reciente, y de

es para las prácticas deportivas, lo que ha generado intervenciones a lo largo de más de 50 años, quedo dentro del primer cuadro de la ciudad.

la parte trasera están gradas y un edificio el cual no afecta directamente.

Tabla 6. Análisis fotográfico de San Blas, descripción de riesgos, daños y deterioros

Presa de San Blas	Descripción	Estado
Apantle	Destruído	
	Este caso está ubicado en la Presa de San Blas de Hidalgo en el municipio de Rincón de Romos en Aguascalientes. Presenta intervención ya que sigue en funcionamiento, la línea de agua potable deterioró parte de la estructura.	Este elemento esta solo en funcionamiento la presa, todo lo demás del sistema de acequias y el molino esta en total abandono, ha sido mal
	Es un sistema de acequias la cual esta en desuso, cuenta con un molino y un puente que dotaba agua al otro lado del rio para llegar al poblado cercano.	registrado, sin intervenciones, de hecho en 2015 hubo un huracán que destruyó un puente el cual lo volteo quedando si basamento expuesto a 30 metros de su lugar.

No solo son los daños visibles, existen una gran diversidad de propuestas de “buena voluntad” la mayoría tiene finalidades políticas, las cuales pueden cambiar el contexto, incluso el paisaje de los sistemas hidráulicos. Algunos de estas propuestas no oficiales son la de hacer un centro cultural cerca del ex convento en Zempoala concretamente en lo que fue la huerta, lo cual podría ocasionar un choque en el contexto al colocar un edificio moderno el cual es francamente innecesario. En otro punto en los ojos de agua tienen una propuesta de plantar un cinturón de contención este consta de dos hileras laterales de magueyes los cuales supuestamente servirán para delimitar y proteger estas estructuras, pero ningún estudio respalda esta propuesta, es más por la condición del suelo y la poca vigilancia con la que cuentan

pueden ocasionar solo un derroche de recursos públicos, recordando que es ejido y predios particulares muchos de estos.

Uno de estos ya documentados es un “parador turístico del acueducto” el cual pudo afectar el contexto donde está ubicada la arquería principal de Tepeyahualco, ya que con tan solo un año de darse el nombramiento se gestaron varios proyectos sin sustento. De hecho, existe prueba en forma de render22, pero por el coste que tienen estos proyectos solo se quedan en trabajo de gabinete.

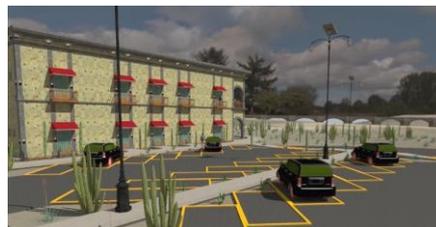


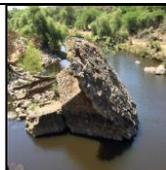
Figura 4. Modelo generado a partir del proyecto de parador turístico. de Martínez Pelcastre E. de J.

### 3. Resultados y Discusión

Las etiquetas de los ejes de las figuras son a menudo fuentes de confusión. Utilice palabras en lugar de símbolos. Como ejemplo, escriba la cantidad “Magnetización,” o “Magnetización M,” no sólo “M.” Ponga las unidades entre paréntesis. No etiquete los ejes únicamente con unidades. Como en la Figura 1, por ejemplo, escriba “Magnetización (A/m)” o “Magnetización (A m<sup>-1</sup>),” no sólo “A/m.” No etiquete los ejes con una relación de cantidades y unidades. Por ejemplo, escriba “Temperatura (K),” no “Temperatura/K.”

Los multiplicadores pueden ser especialmente Fuente de confusión. Escriba “Magnetización (kA/m)” o “Magnetización (10<sup>3</sup> A/m).” No escriba “Magnetización (A/m) × 1000” porque el lector no sabría si la etiqueta del eje superior en la Fig. 1 es 16000 A/m o 0.016 A/m. Las etiquetas de las figuras deben ser legibles, aproximadamente de 8 a 12 puntos.

Tabla 7. Tabla de categorías y resultados, exponiendo las características del objeto muestra se ejemplifica el grado de riesgo en base a su estado físico.

conservados	dañados	intervenido	destruidos
			
Se elige como ejemplo de conservación, el uso se fue emocional con el colectivo, esto es, un ejemplo de cómo las actividades	Aunque el daño físico es reversible, no así el abandono que sufre por parte de la	Es intervenido o ya que su relevancia es crucial para otorgarle el estatus, de patrimonio al	Este ejemplo de pérdida de patrimonio arquitectónico es un recordatorio de que la investigación y la difusión cultural dan sustento a la

cotidianas salvaguardan la integridad de los monumentos.	población y la indiferencia de las autoridades, este estado de discriminación genera la pérdida del monumento.	sistema hidráulico, ejemplo de que deben de rehabilitar todas las partes.	memoria histórica, ya se ven las consecuencias de la indiferencia e Incompetencia de los responsables.
--	--	---	--

#### 4. Conclusión

Ya que la pérdida del patrimonio es la pérdida de identidad, una sociedad necesita de su historia para poder prosperar. Para cuidarlo se debe de estar en constante contacto, los acueductos son elementos aislados y extensos, lo que dificulta su resguardo, algunas de sus partes icónicas se sobreponen a otras poco valoradas, con el precario registro e indiferencia estas se pueden perder.

Los nombramientos de patrimonio ayudan a la concientización, a respetar y adaptar al contexto con un plan de protección, manteniendo actividades de investigación y apropiación se da la concientización de la población que es la encargada final de velar por los intereses de su patrimonio histórico.

La existencia de foros da un espacio para la exposición de casos, se crea un debate que puede evolucionar en propuestas lo que contribuye de manera local, incluso regional en la forma de actuación sobre estos monumentos, hay directrices dadas por organismos internacionales pero estos son solo recopilaciones generales, el exponer lo que se necesita de manera puntual es vital para tener una memoria colectiva..

#### English Summary

#### Deterioration, Risk and Opportunity in the Study of Aqueducts of the Viceroyalty of the XVI Century.

#### Abstract

The present work is a fragment of the investigation of the constructive techniques in the aqueduct factory of European influence, refers to how they were conceived by the mix between indigenous culture and European culture, with contributions of each culture in the hydraulic systems built in the century XVI during the viceroyalty, in the current state of Hidalgo, this resulted in part of the local evangelization, regional urban development, economic development and agricultural production in the haciendas. The current fragment is focused on the risks detected in the sites where the aqueducts are located, highlights the phenomenon of

progressive destruction by the surrounding population, abandonment of the authorities, ignorance about a correct action on the monument, worsened by the weathering of elements exposed by its location, as well as some natural phenomena that put at risk the integrity of the aqueducts. In conclusion, the best form of conservation is empathy with the monuments, the understanding of its importance on the part of the inhabitants and a periodic record of its physical state.

#### Keywords:

aqueducts, sixteenth century, hydraulic systems, viceroyalty, monument at risk

#### Agradecimientos

Por las revisiones y los comentarios en la investigación por parte del Doctor Alejandro Jiménez Vaca, profesor e investigador en la SEPI en la ESIA-TEC del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de México por el financiamiento otorgado por la beca. Y por dar un espacio para exponer la investigación a la XII Cátedra de Arquitectura “Carlos Chanfón Olmos” organizada por la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH).

#### Referencias

- Cabrera Aceves, Juan. (2000) “El monumento como documento para su historia Restauración del Acueducto de Morelia en México” En revista LOGGIA arquitectura & restauración número 10, año 5, julio-diciembre Ed. Logia-restauración, Valencia.
- Gerhard, P. (1986). Geografía histórica de la nueva España (1519-1821) (1ra ed.). México: UNAM.
- Hernández Sampieri, Roberto. (2010). METODOLOGÍA de la investigación (5a ed.). México: McGRAW-HILL
- Icaza Lomelí, Leonardo Federico. (1990) arquitectura civil en la nueva España, 25 ejemplos de la región Puebla-Tlaxcala, tesis presentada en UNAM, México.
- Jurado, F. (1995) “Acueducto de Segovia” en informes de la construcción número 437, vol. 47, mayo- junio. Ed. CSIC. España.
- Legorreta Gutiérrez, Jorge R. (2006) El agua y la ciudad de México: De Tenochtitlán a la megalópolis del siglo XXI, México Ed. UAM.
- Mertens, D. M. (2015). Research and evaluation in education and psychology: Integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Monterrubio, A. L. (1998). Catálogo del patrimonio cultural del Estado de Hidalgo. Región I.Tomo II. Ciudad Nezahualcóyotl: Gobierno del Estado, Consejo Estatal para la Cultura y las Artes de Hidalgo.
- Muñoz Razo, Carlos. (2011). Como elaborar y asesorar una investigación de tesis (2a ed.). México: Pearson .
- Peña Santana, Patricia (1989). Historia de la hidráulica en México. México: Ed. Morelos.
- Ramírez de Alba, Horacio. (2013) “El Acueducto de Guadalupe, monumento histórico en riesgo” en revista CIENCIA ergo-sum número 2, año 20, julio-octubre, Ed. UAEMex, Toluca. <http://cienciaergosum.uaemex.mx/index.php/ergosum>
- Real Academia Española. (2014) Diccionario de la lengua española (23a ed.). Consultado en: <http://dle.rae.es/>
- Ruskin, John “Las 7 lámparas de la arquitectura” (1956) Buenos Aires, ed. EL ATENEO